

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Übersetzung der
europäischen Patentschrift
⑯ EP 1068 540 B 1
⑯ DE 699 00 638 T 2

⑯ Irt. Cl. 7:
G 01 R 31/36

DE 699 00 638 T 2

- ⑯ Deutsches Aktenzeichen: 699 00 638.4
⑯ PCT-Aktenzeichen: PCT/US99/06711
⑯ Europäisches Aktenzeichen: 99 912 918.2
⑯ PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 99/51993
⑯ PCT-Anmeldetag: 29. 3. 1999
⑯ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: 14. 10. 1999
⑯ Erstveröffentlichung durch das EPA: 17. 1. 2001
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: 19. 12. 2001
⑯ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22. 8. 2002

⑯ Unionspriorität:
53906 02. 04. 1998 US

⑯ Erfinder:
ALVAREZ, A., Jose, Elizabeth, US

⑯ Patentinhaber:
Btech, Inc., Morris Plains, N.J., US

⑯ Vertreter:
Diehl, Glaeser, Hiltl & Partner, 22767 Hamburg

⑯ Benannte Vertragstaaten:
CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL

⑯ MESSUNG EINES BATTERIEPARAMETERS

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 699 00 638 T 2

BESCHREIBUNG

Hintergrund der Erfindung

Diese Erfindung betrifft Batteriereserve- und Bereitschaftssysteme, die von einem bis zu einer großen Anzahl von Gefäßen aufweisen, und genauer ausgedrückt, die Messung von Gefäßparametern zur Verwendung beim Feststellen des Zustands des (der) Gefäß(e)s.

Wie im dem Buch "Lead-Acid Batteries" [Bleisäurebatterien] von Hans Bode erörtert, das durch R. J. Brodd und Karl. V. Kordesch übersetzt und von John Wiley & Sons 1977 veröffentlicht wurde, ist es in diesem Gebiet bekannt, dass einige primäre Messgrößen der Gefäßgesundheit von Bleisäurebatterien der Elektrolytwiderstand, der Ladungsübertragungswiderstand und die Doppelschichtkapazität darstellen. Es ist wichtig, dass die Elektrolytlösung die richtige Säurekonzentration aufweist, welche sich auf die Ladungsmenge im Gefäß bezieht, und diese kann durch Prüfen des Widerstands des Elektrolyten festgestellt werden, welcher innerhalb eines begrenzten Bereichs liegen sollte. Der tatsächliche Elektrolytwiderstand kann jedoch allein nicht gemessen werden, da er nur einen Bestandteil (obgleich der Hauptbestandteil) des gesamten Ohmschen Widerstands des Gefäßes darstellt, welcher auch den Widerstand der Gefäßgitter, Anschlüsse, und Zwischenverbindungen oder Brücken umfasst. Da jedoch der Elektrolytwiderstand den größten Teil des gesamten Ohmschen Widerstands in einer richtig gewarteten, korrosionsfreien Einrichtung bildet,

kann Prüfen des gesamten Ohmschen Widerstands eine Anzeige der relativen Dichte der Elektrolytlösung liefern. Der Ladungsübertragungswiderstand ist der Widerstand zwischen der Batterieplatte und der Elektrolytlösung und bezieht sich auf den Zustand der Grenzfläche zwischen der Platte und dem Elektrolyten. Idealerweise ist der Ladungsübertragungswiderstand null, es wird jedoch als annehmbar angesehen, wenn er unter irgendeinem vorbestimmten Wert liegt. Die Grenzfläche zwischen Platte/Elektrolyt kann am besten als zwei starre Schichten von Ionen beschrieben werden, die bilden, was als eine "Helmholtz-Doppelschicht" bezeichnet wird. Mit zunehmender Platten-Bleisulfatbildung und/oder Gitterkorrosion, ist weniger Oberflächeninhalt für die innere Ionenschicht vorhanden, um auf die Platte adsorbiert zu werden, und folglich sind weniger Ionen in der äußeren Schicht am dichtesten zum Elektrolyten vorhanden. Die resultierende Kapazität (auch als die "Doppelschichtkapazität" bekannt) liefert eine Messung des Plattenoberflächeninhalts, der frei von Bleisulfatbildung und/oder Korrosion ist, und Messen der Kapazitätsabnahme im Verlauf der Zeit liefert eine Anzeige des Grads der elektrochemischen Verschlechterung des Gefäßes. Mit zunehmender Plattenbleisulfatbildung und/oder Korrosion erfolgt auch ein entsprechender Anstieg im Ladungsübertragungswiderstand.

Es wäre deshalb wünschenswert, in der Lage zu sein, den Ohmschen Widerstand, den Ladungsübertragungswiderstand und die Doppelschichtkapazität eines Batteriegefäßes messen zu können, und dies durchführen zu können, während die

Batteriegefäß in dem Ersatz- oder Bereitschaftssystem im Einsatz sind.

Zusammenfassung der Erfindung

Einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung zufolge, wird ein Verfahren zum Bewerten eines Batteriegefäßes geschaffen, wie in Anspruch 1 definiert ist.

Einem zweiten Aspekt dieser Erfindung zufolge, wird ein System zum Bewerten von Batteriegefäßen geschaffen, wie in Anspruch 9 definiert ist.

In "A look at the impedance of a cell" [Betrachtung der Impedanz einer Zelle], Debardeleben SL, INTELEC. TENTH INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS ENERGY CONFERENCE, [Zehnte internationale Konferenz für Telekommunikationsenergie], SAN DIEGO, CA, USA, 30. Okt. - 2. Nov. 1988, Seiten 394-397 ist ein Verfahren zum Bewerten eines Batteriegefäßes gemäß der Präambel von Anspruch 1 offenbart. Das Dokument US-5,281,920-A offenbart ein System zum Bewerten von Batteriegefäßen gemäß der Präambel von Anspruch 9.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Das vorhergehende wird einfacher beim Lesen der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verständlich werden, in denen gleiche Elemente in verschiedenen Figuren derselben durch die gleichen Bezugsziffern identifiziert sind und in denen:

Figur 1 ein Gesamtblockdiagramm eines Batteriereservesystems des Standes der Technik ist, in dem die vorliegende Erfindung Verwendung findet;

Figur 2 eine vereinfachte äquivalente Schaltung für ein Modell eines Batteriegefäßes darstellt, das zum Verstehen dieser Erfindung verwendbar ist;

Figur 3 die Spannungsreaktion eines Batteriegefäßes auf einen stufenförmigen Impuls von Laststrom darstellt;

Figur 4 einen Laststrom-Steuersignalimpulsstrom gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Figur 5 ein Gesamtblockdiagramm eines Systems ist, das gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, zur Bewertung des Zustands von Batteriegefäßen im System von Figur 1;

Figur 6 ein Blockdiagramm des Datenerfassungsteils des in Figur 5 gezeigten Systems ist, das einen Teil eines Spannungsmessmoduls zeigt;

Figur 7 ein Blockdiagramm ist, das den restlichen Teil des Spannungsmessmoduls zeigt; und

Figur 8 ein Blockdiagramm ist, das das Strommesssystem zeigt.

AUSFÜHLICHE BESCHREIBUNG

Nun bezugnehmend auf die Zeichnungen, zeigt Figur 1 ein typisches Batteriereservesystem des Standes der Technik gekoppelt mit einem kommerziellen Stromgitter 10. Das Reservesystem ist ausgelegt, um Strom an die Last 12 bei Ermittelung von Versagen des Stromgitters 10 zu liefern. Nicht gezeigt in Figur 1 ist die direkte Verbindung der Last 12 mit dem Stromgitter 10 und die Anordnung, welche die Last 12 vom Stromgitter 10 bei Ermittelung von Versagen des Stromgitters trennt, wobei eine solche Anordnung konventionell und im technischen Gebiet gut bekannt ist.

Das in Figur 1 gezeigte Batteriereservesystem umfasst einen Satz von Batterien 14 angeschlossen an ein Ladegerät 16 und einen Wechselrichter 18. Der Batteriesatz 14 umfasst typischerweise wenigstens eine Kette in Reihe verbundener wiederaufladbarer Batteriegefäß. Das Ladegerät 16 hält die Batteriegefäß innerhalb des Batteriesatzes 14 auf ihrem vollständigen Ladungspiegel, wenn das Stromgitter 10 betriebsfähig ist, wie gut bekannt ist. Bei Ermittlung eines Versagens des Stromgitters 10, wird der Wechselrichter 18 in Betrieb gesetzt, um Energie vom Batteriesatz 14 in die gleiche Form umzuwandeln, die normalerweise durch das Stromgitter 10 geliefert wird, und so umgewandelte Energie der Last 12 zuzuführen, so dass die Last 12 keine Stromunterbrechung erfährt. Typischerweise liefert das Stromgitter 10 Wechselstrom, so dass der Wechselrichter 18 arbeitet, um den durch den Batteriesatz 14 gelieferten Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln. Das vorhergehende in konventionell und im technischen Gebiet

gut bekannt und soll nicht detaillierter beschrieben werden.

In der folgenden Diskussion soll auf Batteriegefäße bezogenenommen werden. Es ist im technischen Gebiet gut bekannt, dass wiederaufladbare Bleisäurebatterien, für Verwendung mit denen die vorliegende Erfindung besonders ausgelegt ist, in der Form einer oder mehreren Zellen geliefert werden, die in einem "Gefäß" umschlossen sind, an dem positive und negative Spannungsanschlüsse zugänglich sind.

Figur 2 zeigt ein vereinfachtes äquivalentes Schaltbild für ein Modellgefäß einer Bleisäurebatterie. Wie gezeigt, kann das Gefäß so angesehen werden, dass es den Ohmschen Widerstand R_{OHMIC} in Reihe mit der parallelen Kombination des Ladungsübertragungswiderstands R_{CT} und der Doppelschichtkapazität C_{DL} umfasst. Die Spannungsreaktion des Batteriegefäßes auf eine schrittweise angelegte Stromlast hat die allgemeine Form:

$$V(t) = V_{OHMIC}(t) + V_{CT}(1 - \exp(-t/R_{CT}C_{DL})).$$

Figur 3 zeigt die tatsächliche Spannung über einem Batteriegefäß als Reaktion auf einen stufenförmigen Impuls von Laststrom. Die Last wird zum Zeitpunkt t_0 angelegt. Vor dem Zeitpunkt t_0 ist die Spannung über dem Batteriegefäß im wesentlichen konstant, wobei auf ihr Breitbandrauschen überlagert ist. Sofort bei Anlegung des Laststroms, fällt die Gefäßspannung um eine Größe gleich V_1 . Dies ist der Abfall über dem Ohmschen Widerstand des Batteriegefäßes.

Wie oben erörtert, stellt die Hauptkomponente des Ohmschen Widerstands der Elektrolytwiderstand des Batteriegefäßes dar. Deshalb wird durch Messen dieses Spannungsabfalls und Teilen durch den angelegten Strom der Ohmsche Widerstand des Batteriegefäßes festgestellt. Die restliche exponentielle Änderung in der Spannung beruht auf der parallelen Kombination des Ladungsübertragungswiderstands und der Doppelschichtkapazität, wobei die Zeitkonstante dieser exponentiellen Änderung das Produkt des Ladungsübertragungswiderstands und der Doppelschichtkapazität darstellt. Der Spannungsabfall V_2 zwischen dem anfänglichen Spannungsabfall V_1 und der (extrapolierten) stationären Endspannung über dem Gefäß ist gleich dem Ladungsübertragungswiderstand mal der angelegten Stromlast. Deshalb wird durch Feststellen der stationären Endspannung über dem Gefäß und Abziehen des gemessenen Spannungsabfalls V_1 von dieser, dies durch die angelegte Stromlast geteilt, um den Ladungsübertragungswiderstand festzustellen. Durch Berechnen der Zeitkonstante des exponentiellen Teils der Reaktion und Teilen der errechneten Zeitkonstante durch den festgestellten Ladungsübertragungswiderstand wird die Doppelschichtkapazität erhalten. Wenn die Stromlast zum Zeitpunkt t_R entfernt wird, ist die Spannungsreaktion des Batteriegefäßes umgekehrt zu seiner Reaktion auf die Anlegung der Stromlast.

Der vorliegenden Erfindung zufolge wird eine stufenförmige Stromlast an ein Batteriegefäß angelegt und die Spannung über dem Gefäß wird zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen.

Diese Spannungsmessungen werden zum Errechnen des Ohmschen Widerstands, des Ladungsübertragungswiderstands und der Doppelschichtkapazität des Gefäßes verwendet. Daher wird die Spannung über dem Gefäß wenigstens einmal vor dem Zeitpunkt t_0 gemessen, um eine unbelastete Grundlinienspannung zu erhalten. Wenn solche Messungen mehrere Male vorgenommen und gemittelt werden, werden die Auswirkungen des Breitbandrauschen verringert. Die Spannung über dem Gefäß wird dann sofort nach dem Zeitpunkt t_0 gemessen, um den Spannungsabfall V_1 zu erhalten. Zwei oder mehr Messungen werden dann vor dem Zeitpunkt t_R vorgenommen und Kurvenermittlungstechniken werden verwendet, um eine exponentielle Kurve zu erhalten, von der der Spannungsabfall V_2 und die exponentielle Zeitkonstante bestimmt werden.

Es ist bevorzugt, dass eine Reihe von Stromimpulsen an das Gefäß angelegt werden und Messungen während jedes dieser Impulse vorgenommen werden, um die Auswirkungen von Breitbandrauschen auszuschließen. Obwohl es möglich ist, einen relativ langen Lastimpuls zum Durchführen von Spannungsmessungen zu verwenden und alle gewünschten Informationen zu erhalten, gibt es Gründe, warum dies nachteilhaft wäre. So wird zum Ausschließen von Breitbandrauschen zum Erhalt einer zuverlässigen Messung des anfänglichen Spannungsabfalls V_1 eine große Anzahl von Impulsen benötigt. Wenn lange Impulse verwendet werden, führt dies zu einem unerwünschten Abführen von Ladung aus dem Batteriegefäß. Es ist deshalb bevorzugt, mehrere Impulse kurzer Dauer zum Erhalt des Spannungsabfalls V_1 und weniger Impulse längerer Dauer zum Feststellen des

Spannungsabfalls V_2 und der exponentiellen Zeitkonstante zu verwenden. Daher ist eine Impulsfolge des in Figur 4 dargestellten Typ bevorzugt. In der dargestellter Weise umfasst die Impulsfolge zwanzig Impulse kurzer Dauer (hoher Frequenz) und drei Impulse langer Dauer (niedriger Frequenz). Vorzugsweise werden die kurzen Impulse hoher Frequenz eine Zeitdauer zwischen etwa 0,5 ms bis etwa 10 ms aufweisen und die langen Impulse niedriger Frequenz werden eine Zeitdauer zwischen etwa 1 ms bis etwa 50 ms haben, mit etwa einer Sekunde zwischen Impulsen. Dies wird die Testzeit für jedes Gefäß auf weniger als eine Minute halten, was zweckdienlich ist, da ein großes Batteriereservesystem mehr als 256 Gefäße aufweisen kann.

Figur 5 zeigt in Blockdiagrammform ein System zum Praktizieren der vorliegenden Erfindung. Vor Beschreibung des in Figur 5 gezeigten Systems ist eine Erörterung des Batteriesatzes 14 erforderlich. Der Batteriesatz 14 umfasst eine Anzahl paralleler Ketten in Reihe verbundener Batteriegefäße. In der dargestellten Weise umfasst jede Kette zweiunddreißig in Reihe verbundene Gefäße und es gibt acht solcher parallel verbundener Ketten für eine Gesamtzahl von zweihundertsechsundfünfzig (256) Batteriegefäßen. Es wird verstanden, dass diese Zahl nur für Darstellungszwecke vorgesehen ist, und ein jegliches bestimmtes Batteriereservesystem oder Bereitschaftssystem mehr oder weniger Ketten jeweils mit mehr oder weniger Gefäßen aufweisen kann.

Wie in Figur 5 gezeigt ist, umfasst das Batteriebewertungssystem eine Anzahl von

Spannungsmessmodulen 20, ein Strommesssystem 22, und System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24, die alle über ein Bussystem 26 vernetzt sind, welches vorzugsweise einen asynchronen seriellen Bus darstellt. Ein Fernpersonalcomputer 28 ist an System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24 über eine Kommunikationsverbindung 30 gekoppelt, die eine festverdrahtete Verbindung, ein Modem oder irgendeine andere zweckdienliche Verbindung sein kann. Der vorliegenden Erfindung zufolge ist jede Kette innerhalb des Batteriesatzes 14 in Viertel unterteilt, und es ist ein Spannungsmessmodul 20 für jedes solches Viertel reserviert vorgesehen.

Figur 6 zeigt den Datenerfassungsteil des in Figur 5 gezeigten Systems gekoppelt an eine Kette des Batteriesatzes 14. Wie konventionell, sind innerhalb des Batteriesatzes 14 die Batterieketten parallel zwischen einer ersten Schiene 32 und einer zweiten Schiene 34 verbunden. Nur eine Kette 36 ist hier dargestellt, und, wie gezeigt, ist die eine Kette 36 in vier in Reihe verbundene Viertel 38 unterteilt, wobei jedes Viertel aus acht in Reihe verbundenen Batteriegefäßern aufgebaut ist. Es wird verstanden, dass die Kette zum Praktizieren der vorliegenden Erfindung nicht in gleiche Viertel unterteilt werden muss. In jedem Fall kann im wesentlichen in der Mitte jeder Kette ein zentraler Trennschalter 40 vorhanden sein, der keinen Teil der vorliegenden Erfindung bildet, sondern zum Entfernen der Kette aus dem Batteriesatz 14 verwendet wird.

System/Lastkontroller und -Schnittfläche 24 umfassen eine Laststeuerschaltung 42, die einen steuerbaren Schaltersatz 44 verknüpft mit jeder der Ketten aufweist. Der Schaltersatz 44 ist zum selektiven Koppeln der Laststeuerschaltung 42 über eine ausgewählte Viertelkette 38 steuerbar. Die für Batteriegefäßmessungen verwendete Stromlast wird innerhalb des Stromwegs 46 erzeugt, wobei ein steuerbarer Schalter 48 vorhanden ist, durch den die Stromimpulse langer und kurzer Dauer erzeugt werden. Ein Abfühlwiderstand 50 ist innerhalb des Stromwegs 46 vorgesehen, über den das Strommesssystem 22 angeschlossen ist.

Jedes Spannungsmessmodul 20 umfasst einen Schaltersatz 52, der zwischen die einzelnen Gefäße innerhalb der zugehörigen Viertelkette 38 und ein Paar Spannungsmessanschlüsse 54, 56 gekoppelt ist. Der Schaltersatz 52 ist durch den Mikroprozessor 58 (Figur 7) innerhalb des Spannungsmessmoduls 20 steuerbar, um selektiv die Gefäße innerhalb der Viertelkette 38 jeweils einzeln über das Paar von Spannungsmessanschlüssen 54, 56 zu koppeln. Der Spannungsmessanschluss 56 ist direkt an den Analog-Digital-Wandler 60 angeschlossen. Der andere Spannungsmessanschluss 54 ist durch die Schalter 62 an die Tiefpassfilter 64 und dann über die Schalter 66 an den Analog-Digital-Wandler 60 angeschlossen. Wenn das Spannungsmessmodul 20 aktiviert wird und eines der Batteriegefäße innerhalb der Viertelkette 38 an die Spannungsmessanschlüsse 54, 56 angeschlossen wird, sind die Schalter 62 alle geschlossen und die Schalter 66 sind alle offen. Während eines Stromlastimpulses werden die Schalter 62 jeweils einzeln

geöffnet, so dass eine zeitbezogene Abfolge von Spannungsmessungen in den Tiefpassfiltern 64 gehalten wird. Die Zeitsteuerung der Öffnung der Schalter 62 entspricht den Zeitpunkten, wenn Messungen vorgenommen werden. Die Schalter 66 werden dann aufeinanderfolgend geschlossen, um diese Spannungsmessungen zum Analog-Digital-Wandler zu übertragen. Alternativ kann ein einziger Tiefpassfilter mit einer sehr langen Zeitkonstante und ein Satz von Schaltern 62, 66, verwendet werden. Die Doppelschichtkapazität kann in diesem Fall jedoch nicht berechnet werden.

Wie in Figur 8 gezeigt ist, ist das Strommesssystem 22 darin dem Spannungsmessmodul 20 ähnlich, dass von den Leitungen 68, 70, die über dem Abfühlwiderstand 50 verbunden sind, eine direkt an den Analog-Digital-Wandler 72 und eine über die Schalter 74, die Tiefpassfilter 76 und die Schalter 78 angeschlossen ist. Das Strommesssystem 22 umfasst ferner einen Mikroprozessor 80, der, unter anderem, die Schalter 74, 78 steuert.

Jedes der Spannungsmessmodule 20 und das Strommesssystem 22 umfasst eine Eingabe/Ausgabeschaltung 82 gekoppelt an das Bussystem 26 zum Empfangen von Anweisungen von System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24 und zum Übertragen gesammelter Spannungsmessdaten an System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24. System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24 führt vorläufige Verarbeitung der Daten durch und überträgt die Daten zu dem Fernpersonalcomputer 28 für entgültige Verarbeitung und Bewertung des Batteriezustands. Auf diese Weise verwendet der Personalcomputer 28 die Spannungs- und

Strommessdaten zum Berechnen und/oder Anzeigen des Ohmschen Widerstands, des Ladungsübertragungswiderstands und der Doppelschichtkapazität für jedes der Gefäße in der vorhergehend beschriebenen Weise.

Daher initiiert typischerweise in einem großen Batteriereserve- oder Bereitschaftssystem der Fernpersonalcomputer 28 die Sammlung von Spannungsmessdaten einmal pro Woche während einer ausgeschalteten Stunde. System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24 sendet Signale über das Bussystem 26, um Anlegen einer Kette von Stromimpulsen langer und kurzer Dauer an jede Viertelkette zu veranlassen und das mit dieser Viertelkette verknüpfte Spannungsmessmodul 20 Spannungsmessungen von jedem Gefäß innerhalb dieser Viertelkette vornehmen zu lassen. Während der Datensammlung von jedem Gefäß, wird ein Strom von Stromimpulsen sowohl kurzer als auch langer Dauer an die Viertelkette angelegt. Die gesamten Spannungsmessdaten werden durch System/Lastkontroller und -Schnittstelle 24 gesammelt und zu dem Fernpersonalcomputer 28 für Verarbeitung übertragen.

Der System/Lastkontroller umfasst eine interne Echtzeituhr und kann auch programmiert werden, um autonom Ohmschen Widerstand, Ladungsübertragungswiderstand und Doppelschichtkapazitätsmessungen für jedes Gefäß in vorbestimmten speziellen Zeitabständen zu vorbestimmten speziellen Zeitpunkten durchzuführen. Die erfassten Daten werden in diesem Fall zeitweilig sowohl in den Spannungsmessmodulen als auch dem System/Lastkontroller für

zukünftiges Herunterladen zu dem Fernpersonalcomputer gespeichert.

Dementsprechend ist ein verbessertes Verfahren und System zum Bewerten des Zustands von Batteriegefäßen in einem Batteriereserve- oder Bereitschaftssystem offenbart worden. Während eine exemplarische Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hier offenbart wurde, wird durch die Fachleute in diesem Gebiet erkannt werden, dass verschiedene Abwandlungen und Anpassungen an der offenbarten Ausführungsform vorgenommen werden können, und beabsichtigt ist, dass diese Erfindung nur durch den Umfang der anliegenden Patentansprüche begrenzt ist.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Bewerten eines Batteriegefäßes, das die Schritte umfasst:

a) eine gemessene Stromlast in einer schrittartigen Weise an das Batteriegefäß anzulegen;

b) die Spannung über dem Batteriegefäß vor Anlegen der Stromlast zu messen;

c) die Spannung über dem Batteriegefäß wenigstens einmal während der Anlegung der Stromlast zu messen;

d) von der wenigstens einen Spannungsmessung von dem Schritt c) die Spannung über dem Batteriegefäß unmittelbar nach Anlegung der Stromlast festzustellen;

e) von der gemessenen Spannung von dem Schritt b) und der festgestellten Spannung von dem Schritt d) den Chmschen Widerstand des Batteriegefäßes zu berechnen;

f) die Spannung über dem Batteriegefäß wenigstens noch einmal während der Anlegung der Stromlast zu messen, wenn der Schritt c) nur eine Messung geliefert hat;

g) von wenigstens der zweiten Spannungsmessung von den Schritten c) und f) die stationäre Spannung über dem Batteriegefäß als Reaktion auf die Stromlast festzustellen; und

h) von der festgestellten stationären Spannung von dem Schritt g) und der festgestellten Spannung von dem Schritt d) den Ladungsverschiebungswiderstand des Batteriegefäßes zu berechnen;

DADURCH GEKENNZEICHNET, DASS:

der Schritt a) zum Anlegen einer gemessenen Stromlast die Schritte umfasst:

a1) eine erste Reihe von Impulsen des gemessenen Stroms und jeweils einer ersten Dauer zu liefern; und

a2) eine zweite Reihe von Impulsen des gemessenen Stroms und jeweils einer zweiten Dauer zu liefern;

der Schritt e) zum Berechnen des Ohmschen Widerstands Messungen verwendet, die während der ersten Impulsreihe vorgenommen wurden;

der Schritt h) zum Berechnen des Ladungsverschiebungswiderstands Messungen verwendet, die während der zweiten Impulsreihe vorgenommen wurden; und

die zweite Dauer größer als die erste Dauer ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Dauer im Bereich von etwa 0,5 ms bis etwa 10 ms liegt;

die zweite Dauer im Bereich von etwa 1 ms bis etwa 50 ms liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt e) zum Berechnen des Ohmschen Widerstands den Schritt umfasst:

e1) die Spannungsdifferenz zwischen der gemessenen Spannung von dem Schritt b) und der festgestellten Spannung von dem Schritt d) zu berechnen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, weiter gekennzeichnet durch den Schritt:

i) den an das Batteriegefäß angelegten Strom während des Schritts a) zu messen; und

der Schritt e) zum Berechnen des Ohmschen Widerstands weiter den Schritt umfasst:

e2) die Spannungsdifferenz von dem Schritt e1) durch den gemessenen Strom von dem Schritt i) zu teilen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, das weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass der Schritt h) zum Berechnen des Ladungsverschiebungswiderstands den Schritt umfasst:

h1) die Spannungsdifferenz zwischen der festgestellten Spannung von dem Schritt g) und der festgestellten Spannung von dem Schritt d) zu berechnen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das weiter durch den Schritt gekennzeichnet ist,

i) den an das Batteriegefäß während des Schritts a) angelegten Strom zu messen; und

der Schritt h) zum Berechnen des Ladungsverschiebungswiderstands weiter den Schritt umfasst:

h2) die Spannungsdifferenz von dem Schritt h1) durch den gemessenen Strom von dem Schritt i) zu teilen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, das weiter durch die Schritte gekennzeichnet ist:

i) eine Kurvenermittlungstechnik zu verwenden, um von den wenigstens zwei Spannungsmessungen von den Schritten c) und f) die Zeitkonstante der Spannungsreaktion des Batteriegefäßes auf die schrittweise Anlegung der Stromlast festzustellen; und

j) von der von dem Schritt i) festgestellten Zeitkonstante und dem berechneten Ladungsverschiebungswiderstand von dem Schritt h) die Doppelschichtkapazität des Batteriegefäßes zu berechnen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass der Schritt j) zum Berechnen der Doppelschichtkapazität den Schritt umfasst:

j1) die Zeitkonstante von dem Schritt i) durch den Ladungsverschiebungswiderstand von dem Schritt h) zu teilen.

9. System zum Bewerten jedes einer Mehrzahl wiederaufladbarer Batteriegefäße, die in wenigstens einer Kette (36) in Reihe verbundener Gefäße angeordnet sind, wobei die Ketten parallel verbunden werden, wenn wenigstens zwei solcher Ketten vorliegen, wobei die Gefäße jeder Kette in wenigstens zwei Gruppen unterteilt sind, und das System umfasst:

eine schaltbare Stromlast (42),

einen ersten steuerbaren Schaltersatz (44), der mit jeder der Ketten verknüpft ist und zum selektiven Koppeln der Stromlast in einer schrittartigen Weise über einer ausgewählten Gruppe benachbarter Gefäße in jeder Kette steuerbar ist;

ein Bussystem (26); und

einen Kontroller (24), der an das Bussystem gekoppelt ist und wirksam ist, um den Betrieb der Stromlast und des ersten steuerbaren Schaltersatzes zu steuern;

GEKENNZEICHNET DURCH:

ein Spannungsmessmodul (20), das an das Bussystem gekoppelt und mit jeder Gruppe benachbarter Gefäße in jeder Kette verknüpft ist, wodurch das Spannungsmessmodul ein Paar von

Spannungsmessanschlüssen (54, 56) und einen zweiten steuerbaren Schaltersatz (52) umfasst, der mit den Gefäßen jeder Gruppe verknüpft ist und zum selektiven Koppeln eines Gefäßes der jeden Gruppe nacheinander über dem Paar von Anschlüssen steuerbar ist, wobei das Spannungsmessmodul wirksam zum Sammeln von Daten ist, welche die Spannung über dem Paar von Anschlüssen anzeigen;

ein Strommesssystem (22), das an das Bussystem gekoppelt ist und an die schaltbare Stromlast zum Sammeln von Daten gekoppelt ist, welche einen Laststrom anzeigen;

wobei der Kontroller weiter zum Übertragen von Steuersignalen über das Bussystem wirksam ist, um der Reihe nach jedes Strommessmodul zum Steuern des zweiten steuerbaren Schaltersatzes und Sammeln von Spannungsdaten von den Gefäßen der zugehörigen der jeden Gruppe von Gefäßen zu betätigen, wobei der Kontroller weiter Laststromdaten über das Bussystem von dem Strommesssystem sammelt; und

einen Computer (28), der an den Kontroller gekoppelt und wirksam ist, um den Kontroller zum Steuern der Stromlast, des ersten steuerbaren Schaltersatzes, jedes Spannungsmessmoduls und des Strommesssystems zu veranlassen, so dass eine Stromlast in einer schrittartigen Weise nacheinander an jede Gruppe benachbarter Gefäße angelegt wird, das mit dieser Gruppe verknüpfte Spannungsmessmodul Spannungsdaten von jedem Gefäß während der schrittartigen Anlegung eines Laststroms an diese

15.02.02

Gruppe sammelt, und das Strommesssystem Strommessdaten sammelt;

wobei der Computer weiter wirksam ist, um alle die Spannungs- und Strommessdaten zu sammeln und die gesammelten Daten zum Berechnen wenigstens eines des Ohmschen Widerstands, des Ladungsverschiebungswiderstands und der Doppelschichtkapazität für jedes der Gefäße durch getrenntes Feststellen des anfänglichen Spannungsabfalls aufgrund des Ohmschen Widerstands, des Abfalls der stationären Spannung aufgrund des Reihenverhältnisses des Ohmschen Widerstands und des Ladungsverschiebungswiderstands, und der Zeitkonstante der Spannungsänderung aufgrund des Ladungsverschiebungswiderstands und der Doppelschichtkapazität zu verwenden.

10. System nach Anspruch 9, bei dem das Spannungsmessmodul umfasst:

eine Mehrzahl von Tiefpassfiltern (64);

eine erste Mehrzahl von Schaltern (62), die jeweils zwischen einem Paar von Spannungsmessanschlüssen und einem jeweiligen der Tiefpassfilter angeschlossen sind;

einen Analog-Digital-Wandler (60);

eine zweite Mehrzahl von Schaltern (66), die jeweils zwischen einem der Tiefpassfilter und dem Analog-Digital-Wandler angeschlossen sind;

eine Verbindung zwischen dem anderen des Paar von Spannungsmessanschlüssen und dem Analog-Digital-Wandler; und

einen so angeordneten Schalterkontroller (58), dass die erste Mehrzahl von Schaltern alle zu Beginn geschlossen sind, und die zweite Mehrzahl von Schaltern alle zunächst offen sind, wobei die erste Mehrzahl von Schaltern nacheinander geöffnet wird, um eine zeitbezogene Abfolge von Spannungsmessungen zu veranlassen, die in der Mehrzahl von Tiefpassfiltern zu halten ist, und die zweite Mehrzahl von Schaltern aufeinanderfolgend geschlossen wird, um die zeitbezogene Abfolge von Spannungsmessungen zu dem Analog-Digital-Wandler zu übertragen.

11. System nach Anspruch 9, bei dem die schaltbare Stromlast einen Abfühlwiderstand (50) umfasst, und das Strommeßsystem umfasst:

eine Mehrzahl von Tiefpassfiltern (76);

eine erste Mehrzahl von Schaltern (74), die jeweils zwischen einer ersten Seite des Abtastwiderstands und einem jeweiligen der Tiefpassfilter angeschlossen sind;

einen Analog-Digital-Wandler (72);

eine zweite Mehrzahl von Schaltern (78), die jeweils zwischen einem jeweiligen der Tiefpassfilter und dem Analog-Digital-Wandler angeschlossen sind;

eine Verbindung (70) zwischen der anderen Seite des Abtastwiderstands und des Analog-Digital-Wandlers; und

einen so angeordneten Schalterkontroller (80), dass die erste Mehrzahl von Schaltern alle zu Beginn geschlossen sind und die zweite Mehrzahl von Schaltern alle zu Beginn offen sind, wobei die erste Mehrzahl von Schaltern nacheinander geöffnet werden, um eine zeitbezogenen Abfolge von Spannungsmessungen zu veranlassen, die in der Mehrzahl von Tiefpassfiltern zu halten sind, und die zweite Mehrzahl von Schaltern nacheinander geschlossen wird, um die zeitbezogene Abfolge von Spannungsmessungen zu dem Analog-Digital-Wandler zu übertragen.

12. System nach Anspruch 9, bei dem der Kontroller eine interne Echtzeituhr enthält und wirksam ist, um selbstständig Spannungs- und Stromdatenmessung durch die Spannungsmessmodule und das Strommesssystem an vorbestimmten speziellen Zeitintervallen zu vorbestimmten speziellen Zeiten für anschließende Sammlung durch den Computer zu initiieren.

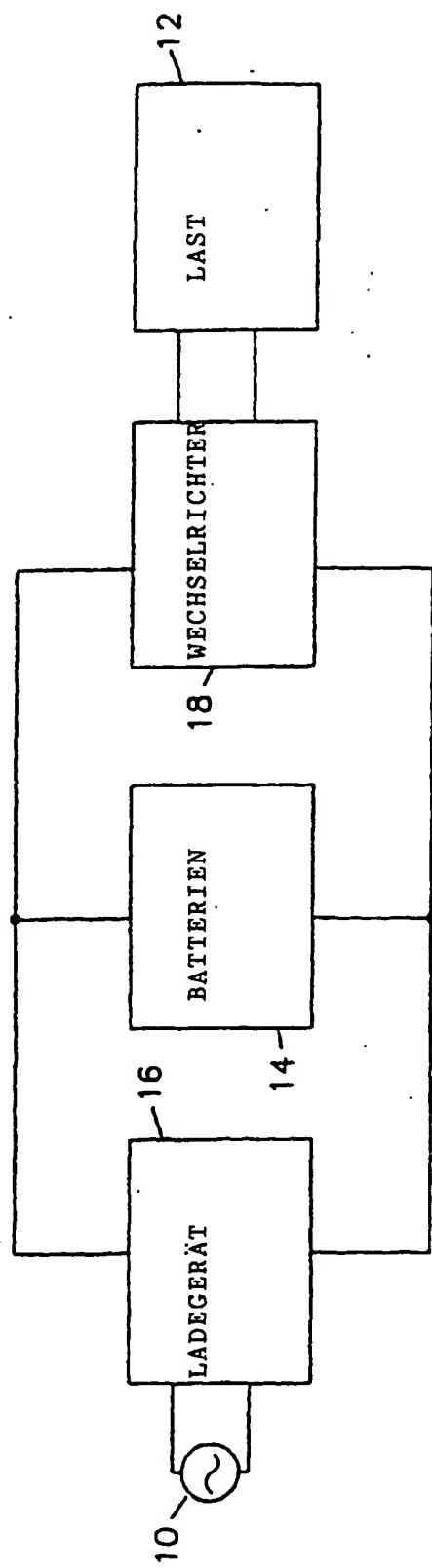
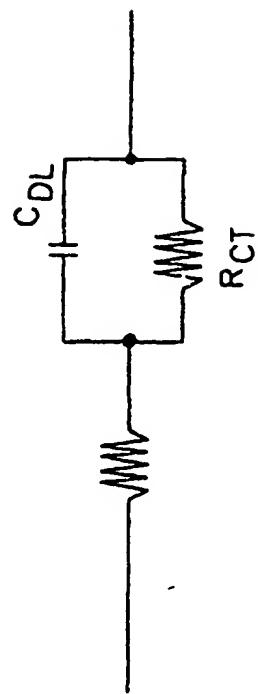


FIG. 1

STAND DER TECHNIK

FIG. 2



BEST AVAILABLE COPY

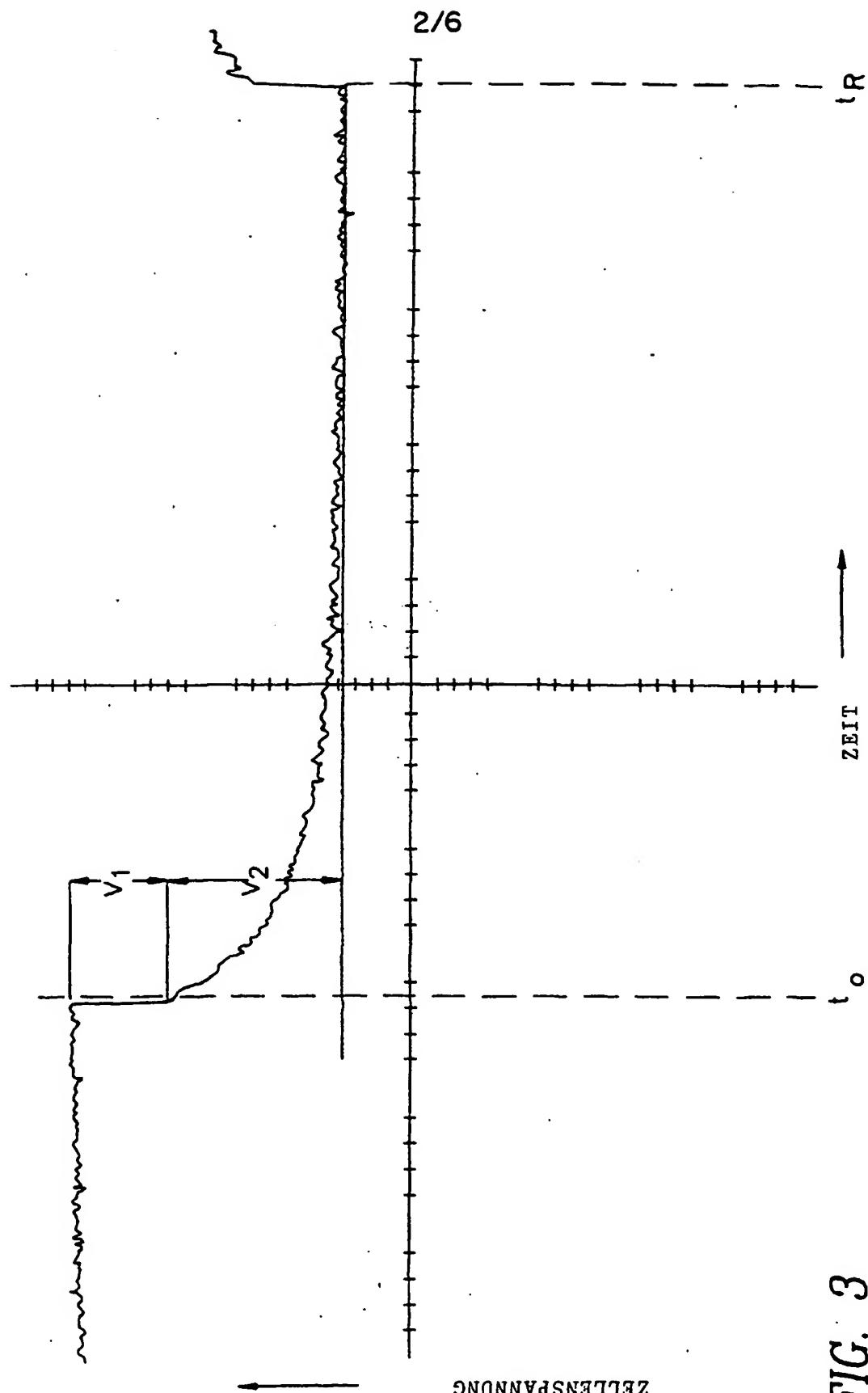


FIG. 3

BEST AVAILABLE COPY

3/6

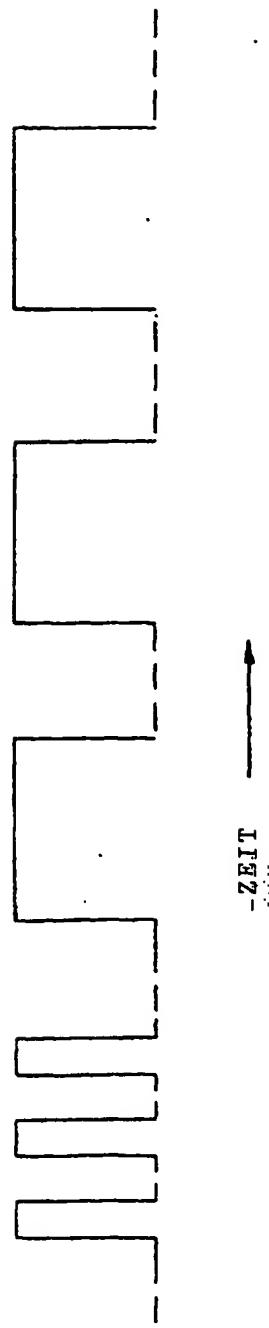


FIG. 4

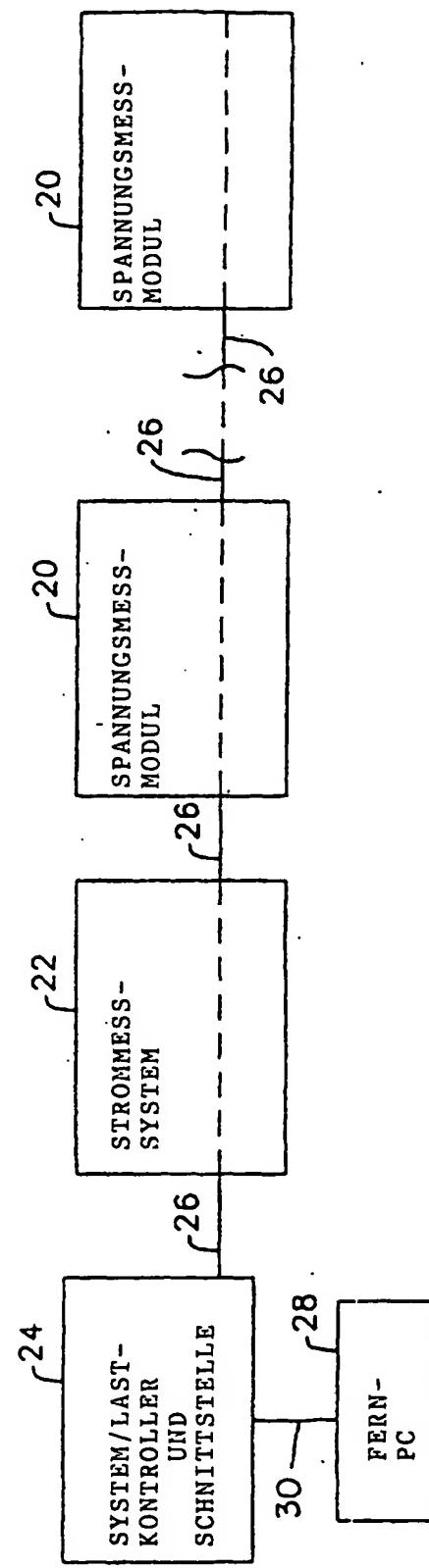


FIG. 5

BEST AVAILABLE COPY

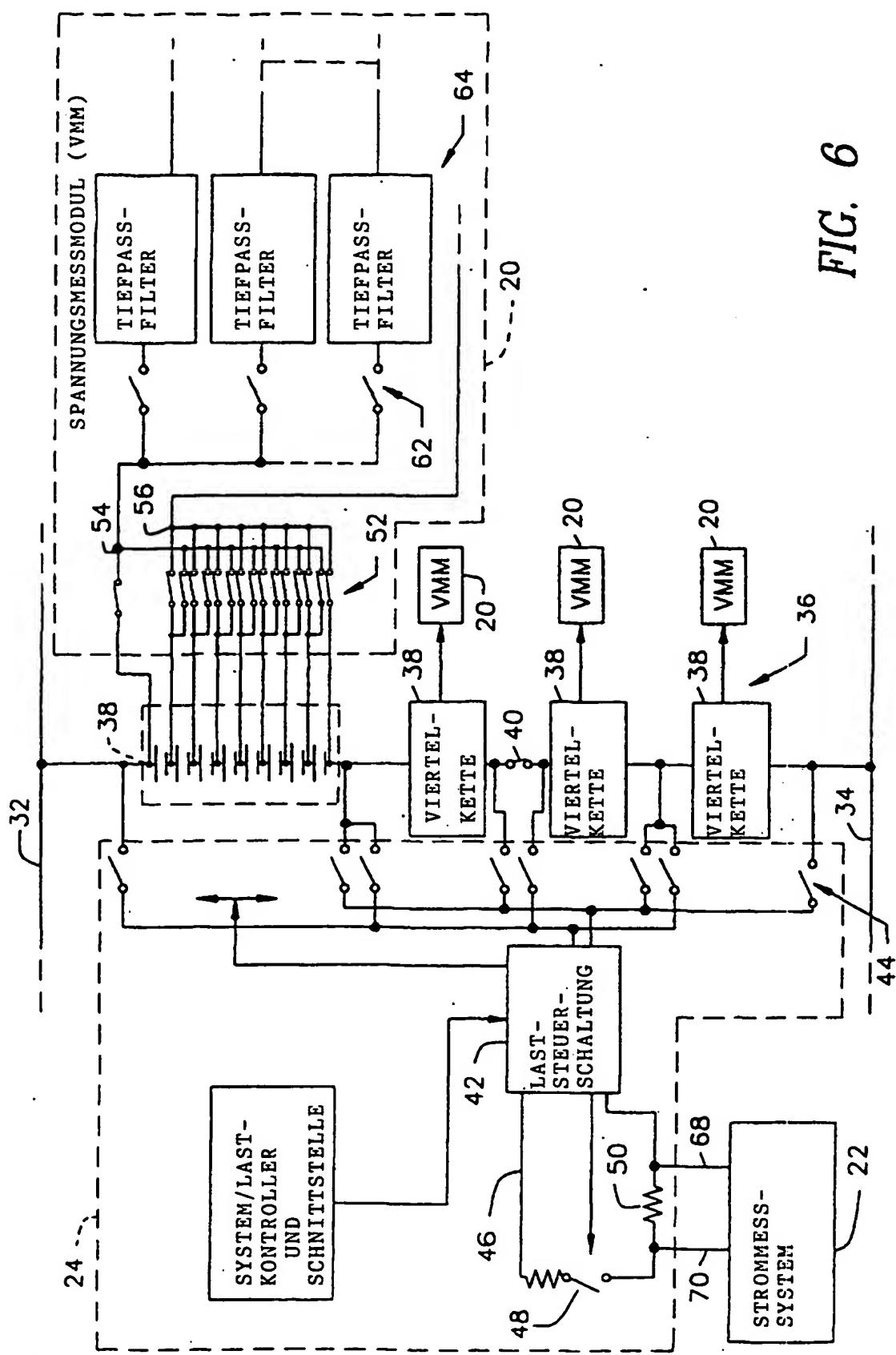


FIG. 6

3BEST AVAILABLE COPY

5/6

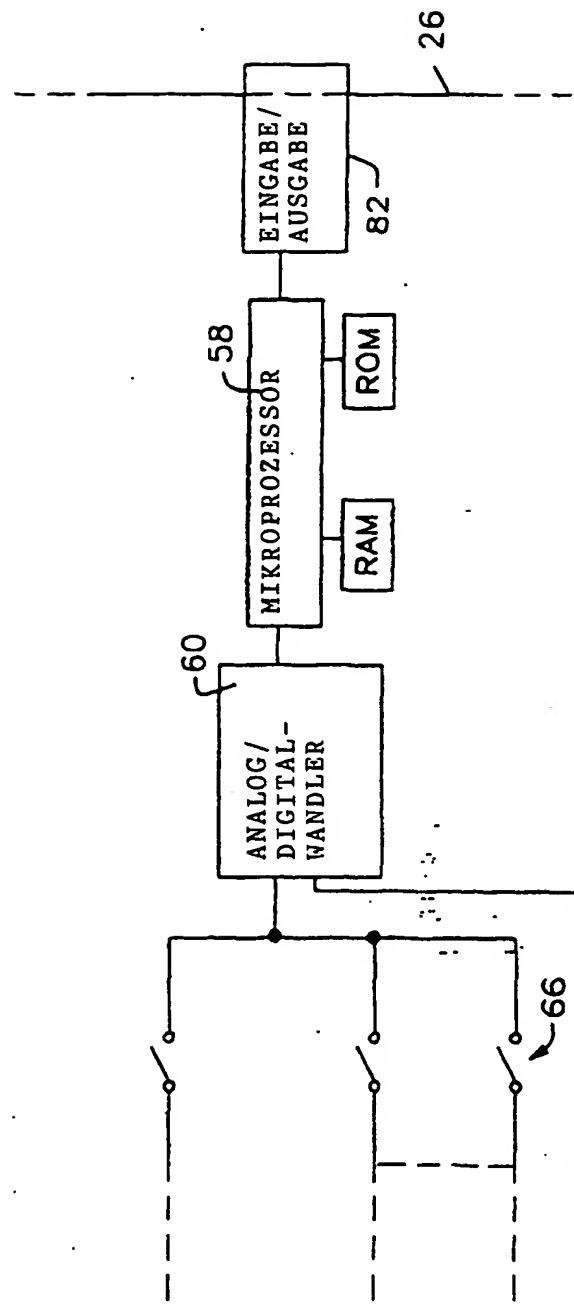


FIG. 7

BEST AVAILABLE COPY

6/6

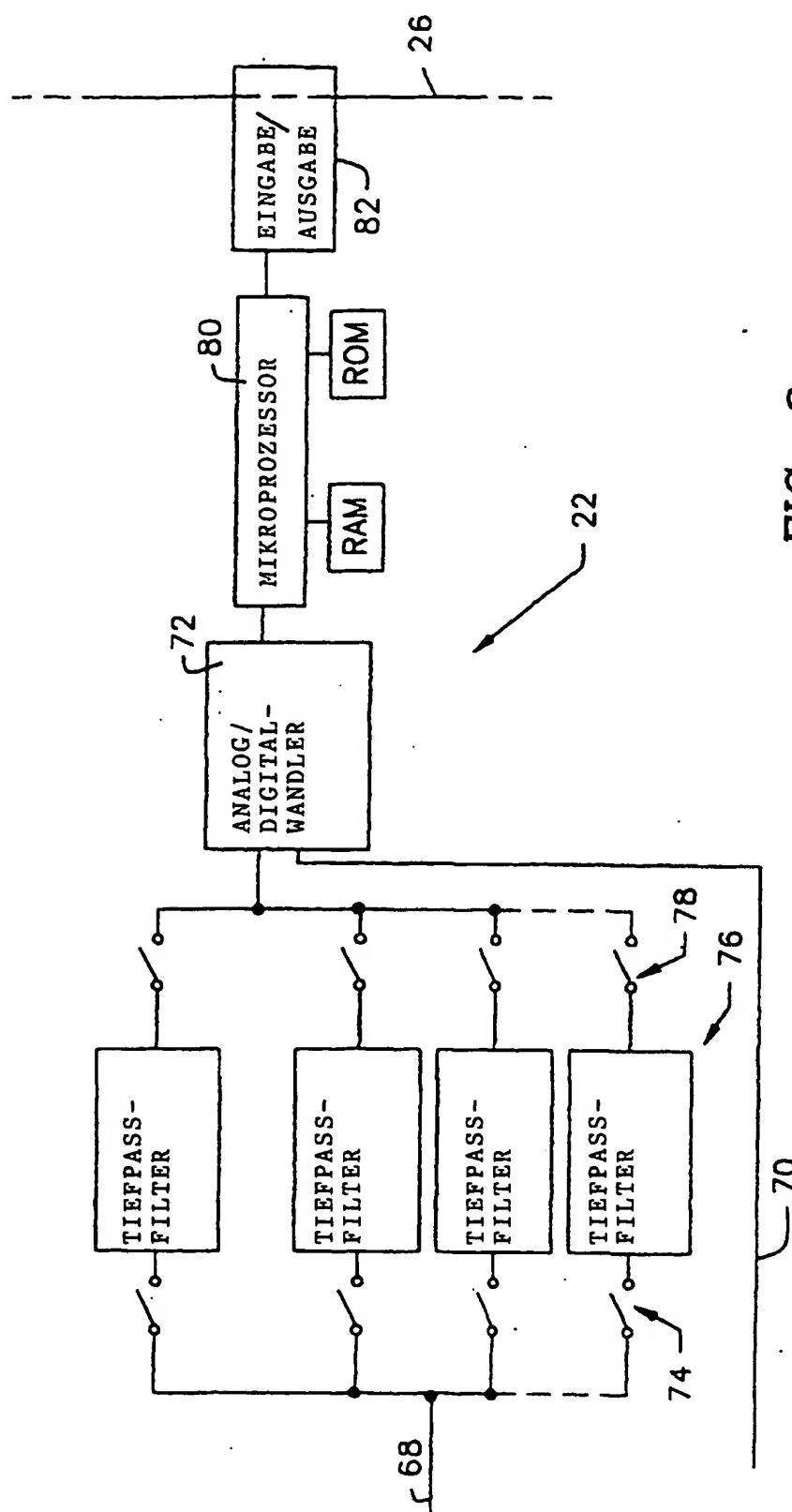


FIG. 8

-CT AVAILABLE COPY